

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 62201565
PUBLICATION DATE : 05-09-87

APPLICATION DATE : 22-01-86
APPLICATION NUMBER : 61011440

APPLICANT : JIPUKOMU KK;

INVENTOR : ITO JINICHI;

INT.CL. : A23L 3/36 A23B 4/06 A23B 7/04

TITLE : METHOD FOR PUTTING LARGE-SIZED FOOD IN COLD STORAGE

ABSTRACT : PURPOSE: To make ice crystal in cells at an outer peripheral part and a central part of large-sized food very small, by passing a freezing temperature range of liquid in cells in a supercooled state and then freezing free water at once by shocking.

CONSTITUTION: On the basis of the fact that there is two kinds of water in foods, one kind freezes at about -10°C and the other freezes at about -80°C , not only the maximum ice crystal formation range but also freezing temperature range of liquid in cells especially at -10°C are passes in a supercooled state and then free water is frozen at once by shocking. Then, the maximum water crystal formation range is passes by rapid cooling, mild cooling is carried out once to balance temperature difference at an inner and outer parts of the large- sized food and then raid cooling is carried out again to pass the freezing temperature range of liquid in cells in a supercooled state.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-201565

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)9月5日

A 23 L 3/36
A 23 B 4/06
7/04

A-7235-4B
A-7110-4B
8515-4B

審査請求 有 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 大型食品の冷凍保存方法

⑯ 特 願 昭61-11440

⑰ 出 願 昭61(1986)1月22日

優先権主張 ⑱ 昭60(1985)10月31日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭60-244927

㉑ 発 明 者 伊 藤 仁 一 東京都新宿区西早稲田1丁目2番1号

㉒ 出 願 人 ジブコム株式会社 東京都新宿区西早稲田1丁目2番1号

㉓ 代 理 人 弁理士 三浦 邦夫 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

大型食品の冷凍保存方法

2. 特許請求の範囲

(1) 厚さが10cm以上の大型食品の中心温度を0-3℃に冷却する予備冷却工程；続いて最大氷結晶生成帯を遅やかに通過させる急速冷却工程；この大型食品の外周温度と中心温度を均衡させ、全体の温度を-5℃~-10℃として細胞外液を凍結させる緩慢冷却工程；続いてこの大型食品を-10℃以下に急激に冷却して細胞内液凍結温度帯を過冷却状態で通過させる過冷却工程；この過冷却状態の大型食品に温度を急上昇させる温度ショックまたは機械的なショックを与え、食品内の自由水を凍結させるショック凍結工程；凍結された大型食品を-10℃~-70℃の温度雰囲気中で保存する結氷固定化工程とを含む大型食品の冷凍保存方法。

(2) 特許請求の範囲第1項において、大型食品は、フィルム中に一定の空気または不活性ガスとともに封入されていて、食品外周にこれら空気ま

たは不活性ガスによる温度伝導鈍化層が介在している食品の冷凍保存方法。

3. 発明の詳細な説明

「技術分野」

本発明は、魚介類や畜肉その他の生鮮食品、あるいはその他の生鮮調理食品であって、大型のものを長期間に渡って保存するための冷凍保存方法に関する。

「従来技術およびその問題点」

本出願人は、新しい食品の冷凍保存方法として、既に特願昭60-122158号を提案した。この冷凍保存方法は、1)保存すべき食品の中心温度を0-3℃に冷却する予備冷却工程、続いて、2)最大氷結晶生成帯および細胞内液凍結温度帯を過冷却状態で通過させ、食品の中心温度を-10℃以下にする過冷却工程、3)この過冷却状態の食品に温度を急上昇させる温度ショックまたは機械的ショックを与え、食品内の自由水を凍結させるショック凍結工程、および、4)凍結された食品を-10℃-

-75℃の温度雰囲気中で凍結保存する結氷固定化工程とからなるものである。

ところがこの保存方法は、保存すべき食品が小型の場合には、非常に優れた保存効果を発揮するが、食品が大型になると、十分な効果が得られないことがわかった。これは、例えば大きい肉塊、ラウンドの大型魚等の食品は、冷凍工程においてその外周温度と中心温度とに差が生じやすく、このため上記過冷却工程において細胞の過冷却状態にむらが生じることが原因であると考えられる。上記特許出願による方法は、この大型食品の内外の温度差についてカバーすることができなかった。

「発明の目的」

本発明は、このような問題意識に基づき、上記特開昭60-122158号をベースにして、特に大型食品について良好な保存効果を発揮する冷凍保存方法を得ることを目的とする。

「発明の概要」

本発明は、上記特開昭60-122158号において、

大型食品を -10℃～-75℃の温度雰囲気中で水面カプセル被膜を形成するとともに、結氷を固定化して保存する結氷固定化工程とからなっている。そして本発明において対象とする大型食品とは、厚さが10cm以上の食品をいい、このような大型食品について本発明は、良好な保存性を発揮する。

次に本発明の根拠とする理論を説明する。

細胞が新しく造られる場合、DNAの遺伝子情報に従い、ミトコンドリアで生産されるエネルギーATPを用いて、RNAを働き手として使いながら、リボソームにおいてアミノ酸のペプチド結合が行なわれ、タンパク質が造られることはよく知られている。このタンパク質の形成過程において、結合されたアミノ酸が一つのタンパク質として完成された時、瞬時に回りの水分子が付着し、水分子の一番目の1分子層と、二番目の2、3分子層の分子被膜が完成されることが最近になって判明してきた。そして細胞膜内のタンパク質や生体高分子につき第一層の水分子の結合は強く、-20℃前後ではじめて凍結し、第二層は -10℃前後で凍結

大型食品の保存に遇していない部分を改良して、大型食品専用の保存方法を開発したもので、特開昭60-122158号において、予備冷却工程から過冷却工程に直接移行させていたのを改め、この間に、最大氷結晶生成帯を速やかに通過させる急速凍結工程と、大型食品の外周温度と中心温度を均衡させ、全体の温度を -5℃～-10℃として細胞外液を凍結させる緩慢冷却工程とを追加したことを特徴としている。

すなわち本発明は、1)大型食品の中心温度を0～3℃に冷却する予備冷却工程、2)最大氷結晶生成帯を速やかに通過させる急速冷却工程、3)この大型食品の外周温度と中心温度を均衡させ、全体の温度を -5℃～-10℃として細胞外液を凍結させる緩慢冷却工程、4)この大型食品を -10℃以下に急激に冷却して細胞内液凍結温度帯を過冷却状態で通過させる過冷却工程、4)この過冷却状態の大型食品に温度を急上昇させる温度ショックまたは機械的なショックを与え、食品内の自由水を凍結させるショック凍結工程、および5)凍結された

することが明らかとなった。

他方、このタンパク質のペプチド結合完成時の2つの氷点が、実際の食品中のタンパク質についても存在するか否かは、膨大な量の細胞の塊りである食品中の細胞につき、その水分が実際に何度で凍結するのかを測定しなければならない。本発明者は、この実験を、水が凍るとき潜熱を出す原理を利用して行なった。すなわち生体細胞組織を冷やしていったこの潜熱が何度で放出されるかを測定したところ、細胞内には、タンパク質のペプチド結合完成時の一番目の1分子層と二番目の2、3分子層の水の氷点と同じく、-20℃前後で凍る水と、-10℃前後で凍る水との二種類の水が存在することがわかったのである。この氷点は動物の細胞でも植物の細胞でも同じである。

このように食品細胞中に -10℃前後で凍る水と、-20℃前後で凍る水とが存在することは次の二点において特に重要であると考えられる。第一点は、従来食品を冷凍保存する上での最大のポイントは、最大氷結晶生成帯(-0.5～-5℃)を如何

に急速に通過させて氷結晶の成長を抑えるかにあると信じられてきたが、さらに -10°C 前後の水点が一層に極めて重要で、この水点も速やかに通過させるければ、全凍として微細な氷結晶は得られない。本発明では、この -10°C 前後の温度帯を細胞内液凍結温度帯と名付ける。

第二点は、 -30°C 前後で凍る水は、細胞内タンパク質とか、その他の生体高分子に直接結合している水で、強くきっちり1列に配列されているために凍りにくいと考えられること、そしてこのように -80°C 前後にならなければ凍らない水が存在することが、解凍時に細胞の機能を回復する一つの大きな要因と考えられることである。

他方、細胞膜を自由に通過して移動する自由水はナトリウムイオンやカリウムイオンの電解質濃度を歪え、生体反応の障害要因を生じさせる。この自由水の移動を防止するため細胞内外の自由水を同時に凍結する必要がある。また、これらの自由水の氷結晶が大きいと、凍結時においてタンパク質を構成するアミノ酸のペプチド結合や細胞膜

等を切断したり傷つけたりするおそれがあるため、氷結晶の大きさを $10\mu\text{m}$ 程度とすることも要される。

これらの諸点を勘案すると、食品の冷凍保存には、まず最大氷結晶生成帯を速やかに通過させるとともに、生体細胞が内蔵する熱エネルギーをすみやかに放出せしめ、過冷却の未凍結状態のまま -10°C 前後(細胞内液凍結温度帯)以下に冷却すること、次に -10°C 前後で凍る細胞の内外の水を一挙に凍結せしめ、従来の凍結法で起こる自由水の浸透圧による流出に起因するpHの変化、生体高分子等に対する破壊の防止を図ること、すなわち細胞を凍結する場合に有害な温度は、最大氷結晶生成帯ばかりでなく、細胞の動植物等の種類に関係なく、細胞質が凍る細胞内液凍結温度帯であるから、この危険な温度帯を速やかに通過させ、微細な氷結晶を造ること、さらに -80°C 前後で凍る水は、未凍結のまま保持して解凍時における細胞の可逆的变化を可能とすることが重要な要因であると考えられる。

以上は、特開昭60-122158号で既に述べたことであるが、大型の食品の場合には、さらに次のことを考慮する。一般的に小型の食品では、最大氷結晶生成帯(-0.5°C から -5°C)を通過して大量の潜熱を放出した食品は、熱伝導率が良くなるため、これを次に -10°C 以下に急速に過冷却状態で冷却するのは比較的容易である。ところが大型の食品の場合には、外周温度と中心温度に差がでやすい。例えば食品外周に -80°C から -100°C の液化カスを吹き付けける急速凍結の場合、その凍結速度は $5\sim 20\text{cm/h}$ といわれており、厚さ 10cm (中心迄の距離 5cm)の食品では、外周が凍り始めてから中心が凍るのに15分から1時間を要する。しかも急速凍結では、 -80°C 以下の冷熱によって細胞内の第一層の水が凍結し、生体高分子とかタンパク質を不可逆的に破壊してしまう。このため、予備冷却工程後、直ちに過冷却工程に移ると、外周(遠部)温度が -10°C であるのに、中心温度は、依然 -5°C 前後のままということが起こる。このため -10°C 前後の上記細胞内液凍結温度帯を過冷却

状態で通過させようとしても、外周部は確かに過冷却状態であるのに、中心部は過冷却状態にならないという事態が生じる。過冷却状態が食品内に均一に生じないと、上記冷凍理論に基づく鮮度維持はできない。このため本発明は、予備冷却工程と過冷却工程との間に、最大氷結晶生成帯を速やかに通過させる急速冷却工程と、食品の中心温度と外周温度を均衡させる緩慢冷却工程とを介在させたのである。こうすれば、 -8°C 前後での熱伝導率が高いため、大型食品においても、 -10°C 前後の細胞内液凍結温度帯を急速に通過させることが可能となる。

別言すると、特開昭60-122158号では、予備冷却工程後の過冷却工程において、最大氷結晶生成帯と細胞内液凍結温度帯の両温度帯をいっぺんに通過させていたのを、本発明では、最大氷結晶生成帯を通過させる急速冷却工程と、細胞内液凍結温度帯を通過させる過冷却工程とを別に設定し、この間に大型食品の外周と中心の温度を均衡させるための緩慢冷却工程を介在させたのである。

大型食品は、これに冷風を当て、ブライン中へ浸漬し、あるいはブラインシャワー中に置くことによって冷却することができるが、ブライン中に浸漬する場合には、大型食品を空気または不活性ガスとともにフィルム中に密封し、食品の外周にこれら空気または不活性ガスによる温度伝達鈍化層を設けるとよい。これは次の理由による。

以上の各工程において大型食品をブライン中に浸漬する際には、浸漬の深さにより、大型食品に加わる加圧力が変化し、その加圧力の差が熱伝導率を大きく変えてしまうため、希望する冷却速度が得られないことがある。このような場合に、食品をフィルムパックして、食品の外周に空気または不活性ガスによる温度伝達鈍化層を設けると、加圧差による温度伝達率の変化は小さくなり、ブライン中への浸漬深さが異なっても、冷却速度に大きな差は生じない。不活性ガスとしては、窒素ガス、炭酸ガス等、食品に悪影響を与えないガスを用いる。

さらに食品をフィルムパックするのは、次の理

この工程は、常温下にある大型食品の外周温度と中心温度との差を一次的になくするとともに、その中心温度を $0 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 程度に下げて、次工程において最大氷結晶生成帯($-0.5^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$)を速やかに通過させることができるようにする工程である。すなわち食品を急冷して最大氷結晶生成帯を速やかに通過させるためには、食品の温度が凍結する直前の温度で均質していることが熱エネルギーの交換効率を上げる上で望ましい。

またこの工程には、ATPが分解してADPに移行するのを抑制して食品の鮮度が落ちるのを防止する目的がある。すなわち、ATPの分解減少は、細胞のレベルにおける生細胞の酵素系自体の作用によってグリコーゲンが分解し、その結果乳酸が生成されてpHが下がりATPaseが作用するために生じるが、食品温度を $0 \sim 3^{\circ}\text{C}$ に低下させると、グリコーゲンの分解、つまりATPの減少を最低限に抑制することができる。

この工程は、例えば大型食品に $0^{\circ}\text{C} \sim -3^{\circ}\text{C}$ の冷風(冷気)への収納を適当時間当てることによ

りからも推奨される。すなわち食品が凍結する際には、内部膨圧が発生するため、食品にひずみ、変形が生じやすい。フィルム中に封入すると、ある程度このひずみ、変形を防止することができる。またブラインの汚れを防ぎ、かつ食品外周にグレースが付着するのを防止するために効果があるからである。ブラインが直接接触することにより汚れると、不純物が混ざることによって設定温度を維持することが困難になる。また食品外周に温度ショックを考えたとき、食品の外周部が解凍され、さらに次の工程で凍結してカプセル状の氷の膜ができるため、食品の内部から水分が蒸発するのを防止し、空気との接触による酸化を防止し、さらにフィルム内部に水滴が付着するのを防止して鮮度を維持することができる。なおショック凍結工程を加圧シャワーで行なうと、それ直前の工程においてフィルム外面に付着していたグレースを洗い流すことができる効果がある。

以下各工程について説明する。

(1) 予備冷却工程

り達成される。

(2) 急速冷却工程

この工程は、予備冷却された食品を急冷し、大型食品中の水分を未凍結状態としたまま、最大氷結晶生成帯($-0.5^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$)を通過させる工程である。これを急速に通過させなければならない理由は既に明らかなである。具体的には、 $-10^{\circ}\text{C} \sim -30^{\circ}\text{C}$ 程度のブライン中に20分～1時間程度浸漬し、あるいは同濃度のブラインシャワー中に同程度置くことによって達成される。

ブライン液中に浸漬する場合には次のメリットがある。すなわち食品をブライン液中に浸漬すると、食品には均等な外圧が加わるため、食品の構成体が圧縮固定化される一種のカプセル状態が形成され、その結果はさま水が凍結状態となって、次工程での過冷却が容易になる。

(3) 緩慢冷却工程

以上の工程を経た大型食品の外周と中心との温度差をなくし、次の過冷却工程において、その全体が細胞内凍結温度帯を過冷却状態で通過する

ようにする工程である。この工程はしたがって、周囲温度を $-5^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは $-7^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ に保持することで達成される。保持時間は食品の外周と中心の温度が均衡するに要する時間とする。具体的には上記温度のブライン液中、またはブラインシャワー中に置き、あるいは上記温度の冷蔵庫に保存することで達成される。

(4) 過冷却工程

以上のようにして内外の温度を均衡させた大型食品を急冷し、食品中の水分を未凍結状態としたまま、中心温度が -10°C 以下、好ましくは -15°C 以下になる迄急冷する工程である。 -10°C 前後は、前述の細胞内液凍結温度帯であり、この温度帯を食品中の水分を未凍結状態に保持したまま急冷し、過冷却状態を作り出す。この温度帯を過冷却状態で通過させることは、氷結晶を成長させないために、重要である。

この過冷却工程は、上記急速冷却工程と同一の条件で行なうことができる。例えば $-20^{\circ}\text{C} \sim -60^{\circ}\text{C}$ 程度に温度設定されたブライン液中、あるいは

さになる。しかも細胞膜内外で同時凍結が完了するため、従来の凍結法のような浸透圧の差による自由水の移動が起こらず、細胞内のホメオスタシス復元の条件が崩されることなく保存できるという特徴がある。

(6) 結氷固定化工程

前工程で形成された微細氷結晶の安定化を図るとともに、室温で行なわれる前工程で解凍状態になった食品の外周部に再び氷の層からなる氷結カプセルを形成し複合的効果を高める工程である。氷結カプセルは、食品がフィルム中に密封されていると否とを問わず、食品外周に形成されて該食品と空気を遮断し、保存中における食品の酸化を防止するとともに、水分の蒸発を防ぐ。

この工程では、最初に -15°C 以下の冷蔵庫で1～2時間冷却して、解凍状態になった食品の外周に迅速に氷結カプセルを形成し、その後、 $-10^{\circ}\text{C} \sim -75^{\circ}\text{C}$ 程度、好ましくは $-15^{\circ}\text{C} \sim -75^{\circ}\text{C}$ 程度の冷蔵庫で保管することが好ましい。氷結カプセルを形成するのは、低温で長時間で行なうのが好

ブラインシャワー中に食品を5～90分間置くことにより、達成される。

(5) ショック凍結工程

中心温度 -10°C 以下、かつ過冷却状態を未凍結状態にある食品をブライン液中より取り出し、温度ショックまたは振動等の機械的ショックを与え、これにより、食品中の凍結対象水(自由水)を一挙に凍結する工程である。このショック凍結は、前工程まで過冷却状態を保持していた食品に急激な温度変化または機械的ショックを与え、これによって一挙に凍結させるものである。具体的には、温度ショックの場合、例えば食品を水中、好ましくは $3 \sim 18^{\circ}\text{C}$ の水中に5秒～2分程度浸漬するか、加圧シャワーを10秒～3分程度吹き付けるとよい。機械的ショックは例えばパイプレータあるいは振動コンベヤを用いることができる。

このショック凍結によって凍結された食品中の水分の氷結晶は、通常の凍結によって起こる食品の外周部の氷結晶径が $300 \sim 800 \mu\text{m}$ であるのに対し、これよりはるかに微細な $10 \mu\text{m}$ 程度の大き

ましく、反面、氷結晶は前工程で微細化されているため、 -10°C 以下の温度でも、その氷結晶をそのまま安定させることができるからである。もっとも理想的には、 -15°C 以下として、 -10°C 前後の細胞内液凍結温度帯から離しておくのがよい。また保存温度が -75°C より低い温度では、 -80°C 前後で凍る水も凍ってしまうため、解凍時に生体細胞の復元をみることができない。

「発明の実施例」

以下実施例について本発明を説明する。

「実施例1」

厚さ $15\text{cm} \times$ 幅 $25\text{cm} \times$ 長さ 50cm の牛肉3個をそれぞれナイロンポリエチレンのラミネートフィルム(厚さ $40 \mu\text{m}$)の三方熱シールした袋の中に入れ、内部に一定量の空気を残したまま、入口を熱シールで密封した。この牛肉3個を 0°C の空冷式冷蔵庫の中で12時間冷却し、中心温度を 0°C 近くにした。

一方、 $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$ のステンレスブライン用容器を二倍用とし、第一層に塩化カルシウムの溶解し

た濃度35%比重1.4の溶液を冷凍機に循環して、 -30°C の低温ブライン液をつくり、第二槽には、同様にして -8°C のブライン液をつくった。上記空冷式冷蔵庫から取り出したフィルムに密封された牛肉を金網の籠の中に入れ、これを第一槽のブライン液の中に25分間沈め中心温度が -5°C になったとき、 -8°C の第二槽に移し、ここに30分間浸漬して、牛肉の内外の温度差をなくし均質させた。牛肉の温度が -8°C 周辺に均質したとき第一槽から取り出してこれを再び -30°C の第二槽に投入し、15分間放置した。次にこれを取り出して電気式パイプレータで振動を与えた後、 -20°C の空冷式冷蔵庫で3時間冷却し、これを -18°C の市販の冷蔵庫に6ヶ月保存した。

フィルムバックした牛肉は、第一槽、第二槽のブライン中に沈めると、比重1.4の加圧により、フィルムは圧迫されたが、内部の空気層が、ブライン浸漬速度の差(加圧力の差)による食品の熱伝達率の極端な変動を防止していることが確認された。第二槽への二回の投入工程が終了した牛肉

を取り出し、パイプレータにかける前に検査したところ、牛肉の細胞内の水分は、外周、中心を問わず、過冷却の状態にあった。この過冷却状態の水分はパイプレータによるショック工程を経て凍結したが、その細胞質内水溶液と細胞外水は $10\mu\text{m}$ 位の微細結晶となり、まんべんなく均一であった。

別に同量の牛肉ステーキ3個ずつを -35°C のエアフリージング、エアブラストフリージング、コンタクトフリージングで24時間処理後ポリエチレンフィルムの袋に入れ -18°C の通常の冷蔵庫に保管して対照区とした。

本発明および対照区の冷凍肉を 15°C の常温下で4時間放置して自然解凍し、解凍時のドリップ、肉色、肉の柔軟度、凍結切片による細胞の破壊度を顕微鏡下で観察し、さらに厚さ3cmに切ってフライパンで焼き、風味試験に供したところ表1の試験結果を得た。本発明方法による冷凍保存肉は冷凍6ヶ月後高真的な細胞復元をなし食品の品質としてはすぐれた保存効果を示した。

「実施例2」

厚さ10cm×幅15cm×長さ45cmのハマチ3尾をナイロンポリエチレンのラミネートフィルム(厚さ40 μm)を三方熱シールした袋の中に入れ、内部に一定量の空気を残したまま、入口を熱シールで密封した。これを 0°C の空冷式冷蔵庫内に12時間保管し、中心温度が 0°C になったものを取り出した。

一方1m×1m×1mのステンレスブライン容器を二槽用意し、第一槽に塩化カルシウムの溶解した濃度35%比重1.4の溶液を冷凍機に循環して、 -30°C の低温ブライン液をつくり、第二槽には、同様にして -8°C のブライン液をつくった。上記空冷式冷蔵庫から取り出したフィルムに密封されたハマチを金網の籠の中に入れ、これを第一槽のブライン液の中に25分間沈め中心温度が -5°C になったとき、 -8°C の第二槽に移し、ここに30分間浸漬して、ハマチの内外の温度差をなくし均質させた。ハマチの温度が -8°C 周辺に均質したとき第一槽から取り出してこれを再び -30°C の第二槽に投入

し、30分間放置した。次にこれを取り出して電気式パイプレータで振動を与えた後、 -20°C の空冷式冷蔵庫で3時間冷却し、これを -18°C の市販の冷蔵庫に6ヶ月保存した。

ハマチは牛肉と同様、第二槽に二回投入した後取り出して検査したところ全体にまんべんなく過冷却状態が見られ、ショック凍結工程の後検査したところ $10\mu\text{m}$ 程度の氷の均一結晶がみられ、タンパク質その他生体高分子は未凍結であることが確認された。

別に同様のハマチ3尾を -35°C のエアフリージング、エアブラストフリージング、コンタクトフリージングの冷凍機で24時間凍結処理後ポリエチレンフィルムの袋に入れ -18°C の通常の冷蔵庫に入れ保管対照区とした。

次に本発明および対照区のハマチを 15°C の常温下で2時間放置し、さらに水に浸して自然解凍し、解凍時のドリップ、肉色、肉の柔軟度、凍結切片による細胞の破壊度を顕微鏡下で観察し、さらに刺身にして風味試験に供し、表2の試験結果

(以下, 余同)

三

[illegible]

५५

[illegible]

以上のように本発明の冷凍保存方法は、食品中の水には、 -10°C 前後で凍る水と、 -80°C 前後で凍る水との二種類があるとの発見に基づき、最大氷結晶生成率のみならず、特に -10°C 前後の細胞内液凍結温度体を過冷却状態で通過させ、その後これにショックを与えて自由水を一挙に凍結させるものである。そして本発明は特に大型食品を冷凍保存するため、最大氷結晶生成率を急速冷却によって通過させた後、一旦緩慢冷却して大型食品の内外の温度差を均衡させ、次に再び急速冷却して細胞内液凍結温度帯を過冷却状態で通過させるようにしたから、大型食品の外周部および中心部の細胞内の氷結晶を極めて微細に保持することができる。そして -80°C 前後で凍る氷は未凍結のまま保持するから、凍結保存中におけるタンパク質のペプチド結合の継手の切断を防ぎ、解凍時における細胞の可逆的変化が可能となり、生体細胞の復元をみることができる。